

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003257473 A**

(43) Date of publication of application: **12.09.03**

(51) Int. Cl.

H01M 10/04

(21) Application number: **2002053508**

(22) Date of filing: **28.02.02**

(71) Applicant: **SANYO ELECTRIC CO LTD**

(72) Inventor: **YOSHIDA TAKESHI
ISE TADASHI**

(54) BATTERY SYSTEM

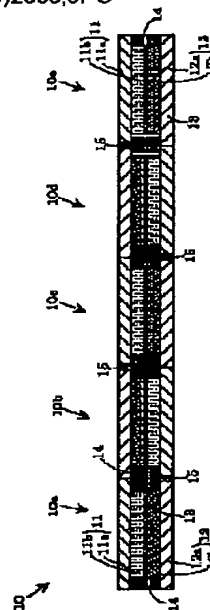
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a battery system with a plurality of unit cells conductively connectable to one another in a planar direction, having improved capacity energy density and mass energy density.

SOLUTION: The battery system 10 comprises the plurality of unit cells 10a, 10b conductively connected to one another in the planar direction. The unit cells each consist of a positive electrode 11 having a positive electrode active material 11b and a negative electrode 12 having a negative electrode active material 12b. The positive electrode active material 11b and the negative electrode active material 12b are opposed to each other via an isolating member 13, and the positive electrode active material 11b and the negative electrode active material 12b are held between a positive electrode collector 11a and a negative electrode collector 12a. These are sealed at their outer peripheries with an insulator 14. The positive electrode collector 11a and the negative electrode collector 12a of the unit cell 10a have direct contact with and are connected in parallel or series to the positive electrode collector 11a or the negative electrode collector 12a of the unit

cell 10b adjacent to the unit cell 10a in the planar direction.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-257473
(P2003-257473A)

(43)公開日 平成15年9月12日(2003.9.12)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 1 M 10/04

識別記号

F I

H 0 1 M 10/04

データベース(参考)

Z 5 H 0 2 8

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2002-53506(P2002-53506)

(22)出願日 平成14年2月28日(2002.2.28)

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 吉田 武史

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 伊勢 忠司

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(74)代理人 100103735

弁理士 鈴木 隆盛 (外3名)

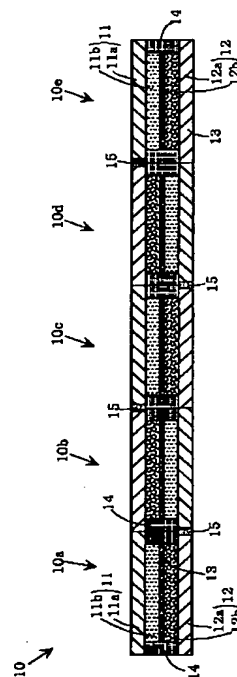
Fターム(参考) 5H028 AA05 CC02 CC21

(54)【発明の名称】 集合電池

(57)【要約】

【課題】 複数の単セルを平面方向に導電接続でき、かつ容積エネルギー密度および質量エネルギー密度に優れた集合電池を提供する。

【解決手段】 本発明の集合電池10は、複数の単セル10a、10b・・・が平面方向に導電接続されており、これらの単セルは正極活物質11bを有する正極11と負極活物質12bを有する負極12とを備えるとともに、正極活物質11bと負極活物質12bは隔離部材13を介して対向しており、正極集電体11aと負極集電体12aとで正極活物質11bおよび負極活物質12bが挟持されている。そして、これらの外周部は絶縁体14で封止されており、単セル10aの正極集電体11aおよび負極集電体12aと、当該単セル10aと平面方向に互いに隣接した単セル10bの正極集電体11aあるいは負極集電体12aとが直接接触して並列接続もしくは直列接続となるように接続されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の単セルが平面方向に導電接続された集合電池であって、
前記単セルは正極活物質を有する正極と負極活物質を有する負極とを備えるとともに、前記正極活物質と前記負極活物質は隔離部材を介して対向しており、
前記正極に導電接続された正極集電体と前記負極に導電接続された負極集電体とで前記正極活物質および負極活物質が挟持されているとともに、これらの外周部が絶縁体で封止されており、
前記単セルの前記正極集電体および前記負極集電体と、当該単セルと平面方向に互いに隣接した単セルの正極集電体あるいは負極集電体とが直接接触して並列接続もしくは直列接続となるように接続されていることを特徴とする集合電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は複数の単セルが平面方向に導電接続された集合電池に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、携帯電話やノートパソコンなどの携帯機器用電源として電池の需要が急速に拡大した。また、電動工具、アシスト自転車、電気自動車などの大電流用途にも需要が拡大した。このため、ニッケル-水素蓄電池やリチウム二次電池などの高電圧化、高容量化、ハイパワー化、高出力化への需要、要望が高まるとともに、容積エネルギー密度および質量エネルギー密度に優れた電池のさらなる改良が求められるようになった。

【0003】 このような背景にあって、この種の電池においては種々の高電圧化、高容量化、ハイパワー化、高出力化が達成できる種々の改良が提案され、例えば、特表平 9-503618 号公報に示されるような集合電池が提案されるようになった。この特表平 9-503618 号公報に示された集合電池においては、図 10 に示すように、平板状の正極集電体 101a の片面に正極活物質 101b を塗布して正極板 101 を形成する。

【0004】 一方、平板状の負極集電体 102a の片面に負極活物質 102b を塗布して負極板 102 を形成する。これらの正極板 101 と負極板 102 とをセパレータ 103 を介して対向させた後、これらの外周部を絶縁体 104 で封止して単セル 100a を形成する。ついで、これらの単セル 100a の間に接続用集電体 105 を介在させて、複数個（例えば 5 個）の単セル 100a を積層してスタックセル 100 を形成し、このスタックセル 100 を電池容器内に収容して集合電池となされている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述のように構成される特表平 9-503618 号公報にて提案された集合電池においては、単に、各集電体 101a、1

02a の片面に各活物質 101b、102b を塗布して各電極 101、102 を形成し、これらの電極 101、102 をセパレータ 103 を介して対向させて単セル 100a を形成し、複数個の単セル 100a を接続用集電体 105 を介在させて積層しているだけである。

【0006】 このため、接続用集電体 105 の容積および質量が大きくなり、容積エネルギー密度および質量エネルギー密度が向上しないという問題を生じた。また、特表平 9-503618 号公報にて提案された集合電池においては、複数個の単セル 100a を接続用集電体 105 を介在させて単セル 100a の厚み方向に積層する構造であるため、平板状の集合電池を形成することができなかった。このため、電池の収納スペースが平板状に形成された機器に対してはこの種の電池を用いることができないという問題も生じた。

【0007】 そこで、本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、複数の単セルを平面方向に導電接続でき、薄型で充放電特性に優れた集合電池を提供することを目的とする。かつ容積エネルギー密度および質量エネルギー密度に優れた集合電池を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明の集合電池は、複数の単セルが平面方向に導電接続されており、これらの単セルは正極活物質を有する正極と負極活物質を有する負極とを備えるとともに、正極活物質と負極活物質は隔離部材を介して対向しており、正極に導電接続された正極集電体と負極に導電接続された負極集電体とで正極活物質および負極活物質が挟持されているとともに、これらの外周部が絶縁体で封止されており、単セルの正極集電体および負極集電体と、当該単セルと平面方向に互いに隣接した単セルの正極集電体あるいは負極集電体とが直接接触して並列接続もしくは直列接続となるように接続されていることを特徴とする。

【0009】 このように、正極に導電接続された正極集電体と負極に導電接続された負極集電体とで正極活物質および負極活物質が挟持されているとともに、これらの外周部が絶縁体で封止された単セルの正極集電体および負極集電体と、当該単セルと平面方向に互いに隣接した単セルの正極集電体あるいは負極集電体とが直接接触して並列接続もしくは直列接続となるように接続されていると、別途作製した接続導体を用いることなく、複数の単セルが平面方向に並列接続もしくは直列接続された集合電池を容易に得ることが可能となる。これにより、容積エネルギー密度および質量エネルギー密度に優れた扁平な集合電池を提供することが可能となる。

【0010】 この場合、単セルの正極に導電接続された正極集電体と負極に導電接続された負極集電体と、これに隣接する単セルの正極に導電接続された正極集電体と

負極に導電接続された負極集電体とを直接触れさせるに際しては、正極集電体あるいは負極集電体の少なくとも一方の少なくとも一端部を外方に延出させるようにするのが望ましい。そして、このように形成されたスタックセル（単セルが集合したもの）は、正極端子と負極端子が形成された外装ケース（電池容器）に収容し、一方の端部に配置された単セルの正極集電体と正極端子とを接続し、他方の端部に配置された単セルの負極集電体と負極端子とを接続して用いるのが望ましい。

【0011】この場合、外装ケース（電池容器）に安全弁を設けるようにするのが好ましい。また、このような単電池の端縁外周部は絶縁体で封止された構造であるため、漏液を防止するためには、電解液をゲル化して用いるのが望ましい。この場合、固体高分子電解質を用いると、この電解質は隔離部材の作用をするため、隔離部材としてのセパレータを用いる必要がなくなるので好ましい。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の集合電池の実施の形態を図1～図4に基づいて以下に説明するが、本発明をニッケル-水素蓄電池に適用した場合と、本発明をリチウム二次電池に適用した場合を例にして説明する。なお、図1は単電池を平面方向に直列接続した実施例1および実施例3のスタックセルを示す断面図である。また、図2は単電池を平面方向に直列接続した実施例2および実施例4のスタックセルを示す断面図である。また、図3は単電池を厚み方向に直列接続した比較例1および比較例2のスタックセルを示す断面図である。さらに、図4は単電池を平面方向に並列接続した構成のスタックセルを示す断面図である。

【0013】1. ニッケル-水素蓄電池への適用例

(1) 実施例1

まず、共沈成分として亜鉛2.5質量%とコバルト1質量%を含有する水酸化ニッケル粉末90質量部と、水酸化コバルト粉末10質量部と、酸化亜鉛粉末3質量部との混合粉末に、ヒドロキシプロピルセルロースの0.2質量%水溶液50質量部を添加混練して正極活物質11bを作製した。一方、水素吸蔵合金（例えば、平均粒子径が約 $150\mu\text{m}$ の $\text{Mm}_{1.0}\text{Ni}_{3.4}\text{Co}_{1.0}\text{Al}_{0.2}\text{Mn}_{0.6}$ ）粉末にポリエチレンオキサ이드（PEO）等の結着剤と、適量の水を加えて混合して負極活物質12bを作製した。

【0014】ついで、金属板（例えば鉄板）の表面にニッケルメッキを施した正極集電体11aの片面に正極活物質11bを塗布し、乾燥後、所定の厚みに圧延して正極板11を作製した。また、金属板（例えば鉄板）の表面にニッケルメッキを施した負極集電体12aの片面に負極活物質12bを塗布し、乾燥後、所定の厚みに圧延して負極板12を作製した。なお、集電体11aあるいは12aに活物質11bあるいは12bを塗布するに際

しては、これらの正極集電体11aおよび負極集電体12aの塗布面の外周部には、正極活物質11bあるいは負極活物質12bが塗布されない未塗布部が形成されるように塗布している。

【0015】そして、活物質層の大きさ（面積）より若干大きくなるように切断されたポリプロピレン製のセパレータ13を用意した後、このセパレータ13を介して、正極活物質11bと負極活物質12bが対向するように、正極11と負極12を積層した。ついで、この積層体の3方向の端部（活物質の未塗布部）を封止材（ポリオレフィン系樹脂）14で封止した。これにより、積層体の外周部の3方向の端部は液密に封止されることとなる。ついで、封止されていない側の開口部から、ゲル化剤を含有する3成分系（水酸化カリウム（KOH）、水酸化ナトリウム（NaOH）、水酸化リチウム（LiOH）からなる）アルカリ電解液を注液した。

【0016】ついで、この電解液を注液した開口部を封止材（ポリオレフィン系樹脂）14で密封した後、電解液をゲル化させて、容量が500mAhの単セル10a、10b、10c、10d、10eをそれぞれ作製した。この後、図1に示すように、これらの単セル10a、10b、10c、10d、10eの各集電体11a、12aの極性が互いに異なるように隣接させた。このとき、相隣接する一方の集電体11a、12a間に導電性ペーストを介在させるとともに、相隣接する他方の集電体12a、11a間に絶縁体15を介在させて、各単セル10a、10b、10c、10d、10eを平面方向に直列接続して、スタックセル10とした。

【0017】ついで、図示しない正極端子および負極端子を有するとともに安全弁を備えた扁平な外装ケース（電池容器）を用意し、この外装ケースに上述のようにして作製したスタックセル10を挿入した。ついで、スタックセル10の一方の端部に配置された単セル10aの負極集電体12aに負極リードを接続し、他方の端部に配置された単セル10eの正極集電体11aに正極リードを接続した。この後、正極リードを外装ケースに設けられた正極端子に接続するとともに、負極リードを外装ケースに設けられた負極端子に接続し、実施例1の集合電池Aを作製した。

【0018】(2) 実施例2

まず、導電性芯体の両面に実施例1と同様に作製した正極活物質を塗布し、乾燥後、所定の厚みに圧延して正極板21を作製した。また、導電性芯体の両面に実施例1と同様に作製した負極活物質を塗布し、乾燥後、所定の厚みに圧延して負極板22を作製した。ついで、ポリプロピレン製セパレータ23を介して正極板21と負極板22を積層し、最外周にセパレータ23が配置されるように渦巻状に巻回して渦巻状電極群とした。この後、この渦巻状電極群を扁平になるまで押し潰して、図2に示すような扁平状電極群とした。

【0019】 5 ついで、金属板（例えば、鉄板）の表面にニッケルメッキを施した正極集電体 24 と、金属板（例えば、鉄板）の表面にニッケルメッキを施した負極集電体 25 とを用意した後、これらの正極集電体 24 と負極集電体 25 との間に扁平状電極群を挟持した。このとき、扁平状電極群の正極板 21 と正極集電体 24 とを導電接続するとともに、負極板 22 と負極集電体 25 とを導電接続した。この後、この扁平状電極群を挟持した正極集電体 24 と負極集電体 25 の 3 方向の端部を封止材（ポリオレフィン系樹脂）26 で封止した。これにより、積層体の外周部の 3 方向の端部は液密に封止されることとなる。

【0020】 ついで、封止されていない側の開口部から、ゲル化剤を含有する 3 成分系（水酸化カリウム（KOH）、水酸化ナトリウム（NaOH）、水酸化リチウム（LiOH）からなる）アルカリ電解液を注液した。この電解液を注液した開口部を接着性樹脂で密封した後、電解液をゲル化させて、容量が 500mAh の単セル 20a, 20b, 20c, 20d, 20e をそれぞれ作製した。この後、図 2 に示すように、これらの単セル 20a, 20b, 20c, 20d, 20e の各集電体 24, 25 の極性が互いに異なるように隣接させた。このとき、相隣接する一方の集電体 24, 25 間に導電性ペーストを介在させるとともに、相隣接する他方の集電体 25, 24 間に絶縁体 27 を介在させて、各単セル 20a, 20b, 20c, 20d, 20e を平面方向に直列接続して、スタックセル 20 とした。

【0021】 ついで、図示しない正極端子および負極端子を有するとともに安全弁を備えた外装ケース（電池容器）を用意し、この外装ケースに上述のようにして作製したスタックセル 20 を挿入した。ついで、スタックセル 20 の一方の端部に配置された端部正極板 20b に正極リードを接続し、他方の端部に配置された端部負極板 20c に負極リードを接続した。この後、正極リードを外装ケースに設けられた正極端子に接続するとともに、負極リードを外装ケースに設けられた負極端子に接続し、実施例 2 の集合電池 B を作製した。

【0022】 (3) 比較例 1

まず、金属板（例えば鉄板）の表面にニッケルメッキを施した正極集電体 31a の片面に、実施例 1 と同様に作製した正極活物質 31b を塗布し、乾燥後、所定の厚みに圧延して正極板 31 を作製した。また、金属板（例えば鉄板）の表面にニッケルメッキを施した負極集電体 32a の片面に、実施例 1 と同様に作製した負極活物質 32b を塗布し、乾燥後、所定の厚みに圧延して負極板 32 を作製した。なお、正極集電体 31a あるいは負極集電体 32a に正極活物質 31b あるいは負極活物質 32b を塗布するに際しては、これらの集電体 31a, 32a の塗布面の外周部に活物質 31b, 32b が塗布されない未塗布部が形成されるように塗布している。

【0023】 そして、活物質層の大きさ（面積）より若干大きくなるように切断されたポリプロピレン製のセパレータ 33 を用意した後、このセパレータ 33 を介して正極活物質 31b と負極活物質 32b が対向するように正極 31 と負極 32 を積層した。ついで、この積層体の 3 方向の端部（活物質の未塗布部）を封止材（ポリオレフィン系樹脂）34 で封止した。これにより、積層体の外周部の 3 方向の端部は液密に封止されることとなる。ついで、封止されていない側の開口部から、ゲル化剤を含有する 3 成分系（水酸化カリウム（KOH）、水酸化ナトリウム（NaOH）、水酸化リチウム（LiOH）からなる）アルカリ電解液を注液した。

【0024】 ついで、この電解液を注液した開口部を封止材（ポリオレフィン系樹脂）で密封した後、電解液をゲル化させて、容量が 500mAh の単セル 30a, 30b, 30c, 30d, 30e をそれぞれ作製した。この後、図 3 に示すように、これらの単セルの各集電体 31a, 32a の極性が互いに異なるように隣接させるとともに、相隣接する集電体 31a, 32a 間に導電性ペーストを介在させて、各単セル 30a, 30b, 30c, 30d, 30e の厚み方向に直列接続して、スタックセル 30 とした。

【0025】 ついで、図示しない正極端子および負極端子を有するとともに安全弁を備えた外装ケース（電池容器）を用意し、この外装ケースに上述のようにして作製したスタックセル 30 を挿入した。ついで、スタックセル 30 の一方の端部に配置された単セル 30a の負極集電体 32a に負極リードを接続し、他方の端部に配置された単セル 30e の正極集電体 31a に正極リードを接続した。この後、正極リードを外装ケースに設けられた正極端子に接続するとともに、負極リードを外装ケースに設けられた負極端子に接続し、比較例 1 の集合電池 X を作製した。

【0026】 (4) 放電試験

ついで、上述のようにして作製した集合電池 A, B, X を用い、これらの各電池を室温（約 25℃）で、それぞれ 500mA（1It）の充電電流で充電し、集合電池 A, B, X の電池電圧が 50mV 低下（ $-\Delta V = 50\text{mV}$ ）した時点で充電を 1 時間休止させる。ついで、2500mA（5It）の放電電流で集合電池 A, B, X の終止電圧が 4V になるまで放電させて、このときの中間作動電圧（終止電圧が 4V になるまで放電させたときの放電持続時間の半分経過時の電圧）を求めると下記の表 1 に示すような結果となった。次に集合電池 A, B, X を用いて、それぞれ 500mA（1It）の充電電流で充電し、集合電池 A, B, X の電池電圧が 50mV 低下した時点で充電を 1 時間休止させる。ついで、500mA（1It）の放電電流で集合電池 A, B, X の終止電圧が 4V になるまで放電させて、放電容量が初期容量の 60% 以下になるまで充放電試験を繰返して、サイクル

寿命を測定した。このときのサイクル回数は下記の表1に示すような結果となった。

【0027】

【表1】

電池種類	単セルの構成	接続方向	作動電圧(V)	サイクル回数(回)
A	平板状	平面方向	4.75	500
B	巻回状	平面方向	4.75	500
X	平板状	厚み方向	4.75	250

【0028】上記表1の結果から明らかなように、実施例1のスタックセル10を用いた集合電池Aでも、実施例2のスタックセル20を用いた集合電池Bでも、比較例1のスタックセル30を用いた集合電池Xでも、中間作動電圧が4.75Vで殆ど変わらないことが分かる。このことは、単セルを厚み方向のみに積層する必要はなく、平面方向に配置して導電接続しても十分に高電圧で、高容量な集合電池が得られることを意味している。また、サイクル回数でも実施例1の集合電池A、実施例2の集合電池Bは比較例1の集合電池Xよりもサイクル回数が向上していることがわかる。このことは、単セルを厚み方向のみに積層するよりも単セルを平面方向に配置することにより、電池内部で発生する熱の拡散性が向上するため、電極材料への負荷が低減し、サイクル特性が向上していることを意味している。したがって、実施例1のように単電池10a、10b・・・を形成したり、実施例2のように単電池20a、20b・・・を形成したりして、これらを平面方向に配置して導電接続するようにすれば、充放電特性（容積エネルギー密度および質量エネルギー密度）に優れた集合電池を得ることができるようになる。

【0029】2. リチウムイオン電池への適用例

(1) 実施例3

コバルト酸リチウム（ LiCoO_2 ）と、炭素系導電剤と、結着剤としてのポリビニリデンフルオライド（PVdF）を有機溶剤等に溶解したものを混合して正極活物質スラリー11bを作製した。また、天然黒鉛と結着剤としてのSBR、CMCとを添加混合して、負極活物質スラリー12bを作製した。ついで、アルミニウム板からなる正極集電体11aの片面に正極活物質11bをドクターブレードを用いて塗布し、乾燥後、所定の厚みに圧延して正極板11を作製した。一方、銅板からなる負極集電体12aの片面に負極活物質スラリー12bをドクターブレードを用いて塗布し、乾燥後、所定の厚みに圧延して負極板12を作製した。

【0030】なお、各集電体11a、12aに正極活物質スラリー11bあるいは負極活物質スラリー12bを

塗布するに際しては、これらの集電体11a、12aの塗布面の外周部には活物質11bあるいは12bが塗布されない未塗布部が形成されるように塗布している。そして、各集電体11a、12aと大きさ（面積）がほぼ等しくなるように切断されたポリプロピレン製のセパレータ13を用意した後、このセパレータ13を介して正極活物質11bと負極活物質12bが対向するように正極11と負極12を積層した。

【0031】ついで、この積層体の3方向の端部（活物質の未塗布部）を封止材（ポリオレフィン系樹脂）14で封止した。これにより、積層体の外周部の3方向の端部は液密に封止されることとなる。ついで、封止されていない側の開口部から、エチレンカーボネート（EC）とジエチルカーボネート（DEC）からなる混合溶媒（EC：DEC＝30：70：体積比）に LiPF_6 を1モル／リットル溶解して調製した電解液にゲル化剤を含有させた溶液を用意した後、この溶液を封止されていない側の開口部から注液した。

【0032】ついで、この電解液を注液した開口部を接着性樹脂で密封した後、電解液をゲル化させて容量が500mAhの単セル10a、10b、10c、10d、10eをそれぞれ作製した。この後、図1に示すように、これらの単セル10a、10b、10c、10d、10eの各集電体11a、12aの極性が互いに異なるように隣接させた。このとき、相隣接する一方の集電体11a、12a間に導電性ペーストを介在させるとともに、相隣接する一方の集電体12a、11a間に絶縁体15を介在させて、各単セル10a、10b、10c、10d、10eを平面方向に直列接続して、スタックセル10とした。

【0033】ついで、図示しない正極端子および負極端子を有するとともに安全弁を備えた扁平な外装ケース（電池容器）を用意し、この外装ケースに上述のようにして作製したスタックセル10を挿入した。ついで、スタックセル10の一方の端部に配置された単セル10aの負極集電体12aに負極リードを接続し、他方の端部に配置された単セル10eの正極集電体11aに正極リードを接続した。この後、正極リードを外装ケースに設けられた正極端子に接続するとともに、負極リードを外装ケースに設けられた負極端子に接続し、実施例3の集合電池Cを作製した。

【0034】(2) 実施例4

まず、アルミニウム箔からなる導電性芯体の両面に実施例3と同様に作製した正極活物質を塗布し、乾燥後、所定の厚みに圧延して正極板21を作製した。また、銅箔からなる導電性芯体の両面に実施例3と同様に作製した負極活物質を塗布し、乾燥後、所定の厚みに圧延して負極板22を作製した。ついで、ポリプロピレン製セパレータ23を介して正極板21と負極板22を積層し、最外周にセパレータ23が配置されるように渦巻状に巻回

して渦巻状電極群とした。この後、この渦巻状電極群を扁平になるまで押し潰して、図2に示すような扁平状電極群とした。

【0035】 について、金属板（例えば、アルミニウム板）からなる正極集電体24と、金属板（例えば、鉄板）の表面にニッケルメッキを施した負極集電体25とを用意した後、これらの正極集電体24と負極集電体25との間に扁平状電極群を挟持した。このとき、電極群の正極板21と正極集電体24とを導電接続するとともに、負極板22と負極集電体25とを導電接続した。この後、この扁平状電極群を挟持した正極集電体24と負極集電体25の3方向の外周部を封止材（ポリオレフィン系樹脂）26で封止した。これにより、積層体の外周部の3方向の端部は液密に封止されることとなる。

【0036】 について、エチレンカーボネート（EC）とジエチルカーボネート（DEC）からなる混合溶媒（EC：DEC＝30：70：体積比）にLiPF₆を1モル／リットル溶解して調製した電解液にゲル化剤を含有させた溶液を用意した後、この溶液を封止されていない側の開口部から注液した。ついで、この電解液を注液した開口部を接着性樹脂で密封した後、電解液をゲル化させて容量が500mAhの単セル20a、20b、20c、20d、20eをそれぞれ作製した。

【0037】 この後、図2に示すように、これらの単セル20a、20b、20c、20d、20eの各集電体24、25の極性が互いに異なるように隣接させた。このとき、相隣接する一方の集電体24、25間に導電性ペーストを介在させるとともに、相隣接する他方の集電体25、24間に絶縁体26を介在させて、各単セル20a、20b、20c、20d、20eを平面方向に直列接続して、スタックセル20とした。

【0038】 について、図示しない正極端子および負極端子を有するとともに安全弁を備えた外装ケース（電池容器）を用意し、この外装ケースに上述のようにして作製したスタックセル20を挿入した。ついで、スタックセル20の一方の端部に配置された端部正極板20bに正極リードを接続し、他方の端部に配置された端部負極板20cに負極リードを接続した。この後、正極リードを外装ケースに設けられた正極端子に接続するとともに、負極リードを外装ケースに設けられた負極端子に接続し、実施例4の集合電池Dを作製した。

【0039】 (3) 比較例2

アルミニウム板からなる正極集電体31aの片面に実施例3と同様に作製した正極活物質31bをドクターブレードを用いて塗布し、乾燥後、所定の厚みに圧延して正極板31を作製した。一方、銅板からなる負極集電体32aの片面に実施例3と同様に作製した負極活物質スラリー32bをドクターブレードを用いて塗布し、乾燥後、所定の厚みに圧延して負極板32を作製した。

【0040】 なお、各集電体31a、32aに正極活物

質スラリー31bあるいは負極活物質スラリー32bを塗布するに際しては、これらの集電体31a、32aの塗布面の外周部には活物質31bあるいは32bが塗布されない未塗布部が形成されるように塗布している。そして、各集電体31a、32aと大きさ（面積）がほぼ等しくなるように切断されたポリプロピレン製のセパレータ33を用意した後、このセパレータ33を介して正極活物質31bと負極活物質32bが対向するように正極31と負極32を積層した。

【0041】 について、この積層体の3方向の端部（活物質の未塗布部）を封止材（ポリオレフィン系樹脂）34で封止した。これにより、積層体の外周部の3方向の端部は液密に封止されることとなる。ついで、エチレンカーボネート（EC）とジエチルカーボネート（DEC）からなる混合溶媒（EC：DEC＝30：70：体積比）にLiPF₆を1モル／リットル溶解して調製した電解液にゲル化剤を含有させた溶液を用意した後、この溶液を封止されていない側の開口部から注液した。

【0042】 について、この電解液を注液した開口部を接着性樹脂で密封した後、電解液をゲル化させて容量が500mAhの単セル30a、30b、30c、30d、30eをそれぞれ作製した。この後、図3に示すように、これらの単セルの各集電体31a、32aの極性が互いに異なるように隣接させるとともに、相隣接する集電体31a、32a間に導電性ペーストを介在させて、各単セル30a、30b、30c、30d、30eの厚み方向に直列接続して、スタックセル30とした。

【0043】 について、図示しない正極端子および負極端子を有するとともに安全弁を備えた外装ケース（電池容器）を用意し、この外装ケースに上述のようにして作製したスタックセル30を挿入した。ついで、スタックセル30の一方の端部に配置された単セル30aの負極集電体32aに負極リードを接続し、他方の端部に配置された単セル30eの正極集電体31aに正極リードを接続した。この後、正極リードを外装ケースに設けられた正極端子に接続するとともに、負極リードを外装ケースに設けられた負極端子に接続し、比較例2の集合電池Yを作製した。

【0044】 (4) 放電試験

について、上述のようにして作製した集合電池C、D、Yを用い、これらの各電池を室温（約25℃）で、それぞれ50mA（0.1It）で集合電池C、D、Yの電池電圧が2.1Vになるまで充電した。1時間充電を休止した後、1500mA（3It）の放電電流で集合電池C、D、Yの終止電圧が13.75Vになるまで放電させて、このときの中間作動電圧（終止電圧が13.75Vになるまで放電させたときの放電持続時間の半分経過時の電圧）を求めると、下記の表2に示すような結果となった。

【0045】 次に、集合電池A、B、Xを用いてそれぞ

れ50mA(0.1It)の充電電流で充電し、集合電池の電池電圧が2.1Vになるまで充電した時点で充電を1時間休止させる。ついで、500mA(1It)の放電電流で集合電池の終止電圧が13.75Vになるまで放電させ、放電容量が初期容量の60%以下になるまで充放電試験を繰返し、サイクル寿命を測定した。このときのサイクル回数は下記の表2に示すような結果となった。

【0046】

【表2】

電池種類	単セルの構成	接続方向	作動電圧(V)	サイクル回数(回)
C	平板状	平面方向	16.5	500
D	巻回状	平面方向	16.5	500
Y	平板状	厚み方向	16.5	250

【0047】上記表2の結果から明らかなように、実施例3のスタックセル10を用いた集合電池Cでも、実施例4のスタックセル20を用いた集合電池Dでも、比較例2のスタックセル30を用いた集合電池Yでも、中間作動電圧が16.5Vで殆ど変わらないことが分かる。このことは、単セルを厚み方向のみに積層する必要はなく、平面方向に配置して導電接続しても十分に高電圧で、高容量な集合電池が得られることを意味している。

【0048】したがって、実施例1のように単電池10a, 10b・・・を形成したり、実施例2のように単電池20a, 20b・・・を形成したりして、これらを平面方向に配置して導電接続するようにすれば、容積エネルギー密度および質量エネルギー密度に優れた集合電池を得ることができる。また、サイクル回数でも実施例3の集合電池C、実施例4の集合電池Dは比較例1の集合電池Yよりもサイクル回数が向上していることがわかる。

【0049】このことは、単セルを厚み方向のみに積層するよりも単セルを平面方向に配置することにより、電池内部で発生する熱の拡散性が向上するため、電極材料への負荷が低減し、サイクル特性が向上していることを意味している。したがって、実施例3のように単電池10a, 10b・・・を形成したり、実施例4のように単電池20a, 20b・・・を形成したりして、これらを平面方向に配置して導電接続するようにすれば、充放電特性(容積エネルギー密度および質量エネルギー密度)に優れた集合電池を得ることができる。

【0050】3. 並列接続

上述した各実施例においては、各単セルを平面的に直列接続する例について説明したが、これらの各単セルを平面的に並列接続することができる。この場合、図4に示

すように、正極集電体41aの片面に正極活物質41bを塗布して形成した正極41と、負極集電体42aの片面に負極活物質42bを塗布して形成した負極42をセパレータ43を介して対向させ、これらの3方向の外周部(活物質の未塗布部)を封止材(ポリオレフィン系樹脂)44で封止した。

【0051】ついで、封止されていない側の開口部から、ゲル化剤を含有する電解液を注液した。ついで、この電解液を注液した開口部を封止材(ポリオレフィン系樹脂)44で密封した後、電解液をゲル化させて、容量が500mAhの単セル40a, 40b, 40c, 40d, 40eを作製する。この後、図4に示すように、これらの単セル40a, 40b, 40c, 40d, 40eの各集電体41a, 42aの極性が互いに同じになるように隣接させた。このとき、相隣接する集電体41a, 41a間および42a, 42a間に導電性ペーストを介在させて、各単セル40a, 40b, 40c, 40d, 40eを平面方向に並列接続して、スタックセル40とすればよい。

【0052】4. 接続形態の変形例

上述した各実施例においては、各単セルを平面的に直列接続あるいは並列接続するに際して、相隣接する単セルの各集電体間に導電性ペーストを介在させて、これらの集電体同士を接触させて導電接続する例について説明した。しかしながら、このような接触による接続は構成が単純で単セルの製造が容易である反面、集電体同士は集電体の厚みの部分のみが接触するだけであるので、接触抵抗が大きくて抵抗電圧降下が大きくなるという問題を生じる。そこで、接触抵抗が小さくて、抵抗電圧降下が小さくなる単セルの接続形態を、以下の図5～図9に示すような変形例として検討した。

【0053】(1) 第1変形例

本第1変形例においては、図5に示すように、正極集電体51aの一方の端部が単セル50a(50b・・・においても同様である)より外方に延出した延出部51cを備えているとともに、負極集電体52aの他方の端部(延出部51cの反対側)が単セル50より外方に延出した延出部52cを備えていることに特徴がある。

【0054】この場合、正極集電体51aの片面に正極活物質51bを塗布して形成した正極51と、負極集電体52aの片面に負極活物質52bを塗布して形成した負極52をセパレータ53を介して対向させ、これらの3方向の外周部(活物質の未塗布部)を封止材(ポリオレフィン系樹脂)54で封止した。ついで、封止されていない側の開口部から、ゲル化剤を含有する電解液を注液した。ついで、この電解液を注液した開口部を封止材(ポリオレフィン系樹脂)で密封した後、電解液をゲル化させて各単セル50a, 50b・・・を形成している。

【0055】これらの単セル50a, 50b・・・を並

列接続する場合は、図5(a)に示すように、例えば、単セル50aの正極集電体51aの延出部51c内に、単セル50bの正極集電体51aの他端部を挿入するとともに、単セル50bの負極集電体52aの延出部52c内に、単セル50aの負極集電体52aの他端部を挿入して、単セル50a、50b・・・を並列接続するようにしている。この場合、延出部51cおよび延出部52cが、活物質層51b、52bの上部あるいは下部に位置するように、延出部51cおよび延出部52cの長さを調整すると、接続部での内部抵抗が低減したスタックセル50が得られるようになる。

【0056】また、これらの単セル50a、50b・・・を直列接続する場合は、図5(b)に示すように、例えば、単セル50aの正極集電体51aの延出部51c内に、単セル50bの負極集電体52aの他端部を挿入するとともに、単セル50bの正極集電体51aの延出部51c内に、単セル50aの負極集電体52aの他端部を挿入して、単セル50a、50b・・・を直列接続するようにしている。このとき、単セル50b、50dの延出部51c、52cの内部表面には絶縁膜55を設けるようにしている。

【0057】これにより、単セル50aの負極集電体52aと単セル50bの延出部51cとの間、単セル50bの延出部52cと単セル50cの正極集電体51aとの間、・・・が絶縁されて、各単セル50a、50b・・・は直列接続されることとなる。そして、この場合においても、延出部51cおよび延出部52cが活物質層51b、52bの上部あるいは下部に位置するように、延出部51cもしくは延出部52cの長さを調整すると、接続部での内部抵抗が低減したスタックセル50が得られるようになる。

【0058】(2)第2変形例

本第2変形例においては、図6に示すように、正極集電体51aおよび負極集電体52aの一方の端部が、単セル50a(50b・・・においても同様である)より外方で同一方向に延出した延出部51cおよび延出部52cを備えていることに特徴がある。

【0059】この場合、正極集電体61aの片面に正極活物質61bを塗布して形成した正極61と、負極集電体62aの片面に負極活物質62bを塗布して形成した負極62をセパレータ63を介して対向させ、これらの3方向の外周部(活物質の未塗布部)を封止材(ポリオレフィン系樹脂)64で封止した。ついで、封止されていない側の開口部から、ゲル化剤を含有する電解液を注液した。ついで、この電解液を注液した開口部を封止材(ポリオレフィン系樹脂)で密封した後、電解液をゲル化させて各単セル60a、60b・・・を形成している。

【0060】これらの単セル60a、60b・・・を並列接続する場合は、図6(a)に示すように、例えば、

単セル60aの正極集電体61aおよび負極集電体62aの延出部51cと延出部52cで形成される空間内に、単セル50bの正極集電体61aおよび負極集電体62aの他端部を挿入して、単セル60a、60b・・・を並列接続するようにしている。この場合、延出部61cおよび延出部62cが活物質層61b、62bの上部あるいは下部に位置するように、延出部61cおよび延出部62cの長さを調整すると、接続部での内部抵抗が低減したスタックセル60が得られるようになる。

【0061】また、これらの単セル60a、60b・・・を直列接続する場合は、図6(b)に示すように、例えば、単セル60aの正極集電体61aの延出部61c内に、単セル60bの負極集電体62aの他端部を挿入するとともに、単セル60aの負極集電体62aの延出部62c内に、単セル60bの正極集電体61aの他端部を挿入して、単セル60a、60b・・・を直列接続するようにしている。このとき、単セル60a、60b・・・の延出部62c、62cの内部表面に絶縁膜65を設けるようにしている。

【0062】これにより、単セル60aの負極集電体62aと単セル60bの正極集電体61aとの間、単セル60bの延出部62cと単セル60cの正極集電体61aとの間、・・・が絶縁されて、各単セル60a、60b・・・は直列接続されることとなる。そして、この場合においても、延出部61cおよび延出部62cが活物質層61b、62bの上部あるいは下部に位置するように、延出部61cもしくは延出部62cの長さを調整すると、接続部での内部抵抗が低減したスタックセル60が得られるようになる。

【0063】(3)第3変形例

本第3変形例においては、図7に示すように、正極集電体71aの一方の端部が単セル70a(70b・・・においても同様である)より外方に延出した延出部71cを備えていることに特徴がある。この場合、正極集電体71aの片面に正極活物質71bを塗布して形成した正極71と、負極集電体72aの片面に負極活物質72bを塗布して形成した負極72をセパレータ73を介して対向させ、これらの3方向の外周部(活物質の未塗布部)を封止材(ポリオレフィン系樹脂)74で封止した。ついで、封止されていない側の開口部から、ゲル化剤を含有する電解液を注液した。ついで、この電解液を注液した開口部を封止材(ポリオレフィン系樹脂)で密封した後、電解液をゲル化させて各単セル70a、70b・・・を形成している。

【0064】これらの単セル70a、70b・・・を並列接続する場合は、図7(a)に示すように、例えば、単セル70aの正極集電体71aの延出部71cに、単セル70bの正極集電体71aの他端部を挿入するとともに、単セル70aの負極集電体72aと、単セル70bの負極集電体72aの端部とを接触させて、単セル7

10

20

30

40

50

0 a, 70 b・・・を並列接続するようにしている。この場合、延出部 71 c が活物質層 71 b の上部に位置するように延出部 71 c の長さを調整すると、接続部での内部抵抗が低減したスタックセル 70 が得られるようになる。

【0065】また、これらの単セル 70 a, 70 b・・・を直列接続する場合は、図 7 (b) に示すように、例えば、単セル 70 a の正極集電体 71 a の延出部 71 c 内に、単セル 70 b の負極集電体 72 a の他端部を挿入するとともに、単セル 70 a の負極集電体 72 a と、単セル 70 b の正極集電体 71 a とを導電ペーストを介して接触させて、単セル 70 a, 70 b・・・を直列接続するようにしている。このとき、単セル 70 a, 70 b・・・の延出部 71 c, 71 c の内部表面に絶縁膜 75 を設けるようにしている。

【0066】これにより、単セル 70 a の負極集電体 72 a と単セル 70 b の正極集電体 71 a との間、単セル 70 b の負極集電体 72 a と単セル 70 c の正極集電体 71 a との間、・・・が絶縁されて、各単セル 70 a, 70 b・・・は直列接続されることとなる。そして、この場合においても、延出部 71 c が活物質層 71 b, 72 b の上部に位置するように、延出部 71 c の長さを調整すると、接続部での内部抵抗が低減したスタックセル 70 が得られるようになる。

【0067】(4) 第 4 変形例

本第 4 変形例においては、図 8 に示すように、正極集電体 81 a の両端部に単セル 80 a (80 b・・・においても同様である) より外方に延出した延出部 81 c、81 d を備えているとともに、負極集電体 82 a の両端部に単セル 80 a (80 b・・・においても同様である) より外方に延出した延出部 82 c、82 d を備えていることに特徴がある。この場合、正極集電体 81 a の片面に正極活物質 81 b を塗布して形成した正極 81 と、負極集電体 82 a の片面に負極活物質 82 b を塗布して形成した負極 82 をセパレータ 83 を介して対向させ、これらの外周部の 3 方向 (活物質の未塗布部) を封止材 (ポリオレフィン系樹脂) 84 で封止した。

【0068】ついで、封止されていない側の開口部から、ゲル化剤を含有する電解液を注液した。ついで、この電解液を注液した開口部を封止材 (ポリオレフィン系樹脂) で密封した後、電解液をゲル化させて各単セル 80 a, 80 b・・・を形成している。これらの単セル 80 a, 80 b・・・を並列接続する場合は、図 8 (a) に示すように、例えば、単セル 80 a の正極集電体 81 a の延出部 81 c 内に、単セル 80 b の正極集電体 81 a の延出部 81 d を挿入するとともに、単セル 80 a の負極集電体 82 a の延出部 82 d を、単セル 80 b の負極集電体 82 a の延出部 82 d 内に挿入して、単セル 80 a, 80 b・・・を並列接続するようにしている。

【0069】また、これらの単セル 80 a, 80 b・・・

・を直列接続する場合は、図 8 (b) に示すように、例えば、単セル 80 a の正極集電体 81 a の延出部 81 c 内に、単セル 80 b の負極集電体 82 a の延出部 82 d を挿入するとともに、単セル 80 a の負極集電体 82 a の延出部 82 c を、単セル 80 b の正極集電体 81 a の延出部 81 d 内に挿入するようにして、単セル 80 a, 80 b・・・を直列接続するようにしている。このとき、単セル 80 b の延出部 81 d, 81 c の内部表面に絶縁膜 85 を設けるようにしている。これにより、単セル 80 a の負極集電体 82 a と単セル 80 b の正極集電体 81 a との間、単セル 80 b の負極集電体 82 a と単セル 80 c の正極集電体 81 a との間、・・・が絶縁されて、各単セル 80 a, 80 b・・・は直列接続されることとなる。

【0070】(5) 第 5 変形例

本第 5 変形例においては、図 9 (なお、図 9 においては 2 個の単セルが直列接続された例を示しているが、実際は 2 個以上の単セルが直列接続される) に示すように、正極集電体 91 a の片面に正極活物質 91 b を塗布して形成した正極 91 と、負極集電体 92 a の片面に負極活物質 92 b を塗布して形成した負極 92 をセパレータ 93 を介して対向させ、これらの 3 方向の外周部が各集電体 91 a, 92 a も被覆するように、封止材 (ポリオレフィン系樹脂) 94 で封止されている。

【0071】そして、封止されていない側の開口部から、ゲル化剤を含有する電解液を注液した後、この電解液を注液した開口部を封止材 (ポリオレフィン系樹脂) で密封した後、電解液をゲル化させて各単セル 90 a, 90 b・・・を形成している。これらの各単セル 90 a, 90 b・・・を直列接続する場合、単セル 90 a の負極集電体 92 a の外表面と、単セル 90 b の正極集電体 91 a の外表面とを直接接触せればよい。

【0072】この場合、図 9 (a) に示すように、単セル 90 a の活物質層 91 b, 92 b の下部に、単セル 90 b の活物質層 91 b, 92 b が位置するように重ね合わせると、接続部での内部抵抗を低減させることが可能となる。また、図 9 (b), 図 9 (c) に示すように、正極集電体 91 a および負極集電体 92 a が活物質層 91 b, 92 b よりも長くなるように、両端部を延出させて延出部 91 c, 91 d および 92 c, 92 d を形成した正極集電体 91 a および負極集電体 92 a を用いるようにしてもよい。

【0073】そして、図 9 (b) に示すように、延出部 91 d, 92 d が活物質層 91 b, 92 b の上部に位置するように重ね合わせるようにしたり、図 9 (c) に示すように、延出部 91 d, 92 d が活物質層 91 b, 92 b の上部に位置することなく、91 d, 92 d が延出部 91 c, 92 c に重ね合わせるようにしてもよい。これは、発泡ニッケル等に活物質を充填した電極を使用した場合、電極が硬いために、曲げると折れる恐れがあ

り、折れた部位からショートが発生する可能性がある。このため、延出部 91c、91d および 92c、92d を設けて屈曲させ、接触させるようにすれば、ショートを十分に抑制でき、かつ直接接触させる効果も得られるようになる。

【0074】なお、上述した各変形例においては、正極集電体に正極活物質を塗着した正極と、負極集電体に負極活物質を塗着した負極をセパレータを介して対向させた単セルを用いる例について説明したが、これらの各変形例を上述した図 2 に示すような、正負極集電体の間に扁平な渦巻き状電極体を配置した構造の単セルをとした場合に適用できることは明らかである。

【0075】上述したように、本発明においては、正極に導電接続された正極集電体と負極に導電接続された負極集電体とで正極活物質および負極活物質が挟持されいるとともに、これらの外周部が絶縁体で封止された単セルの正極集電体および負極集電体と、当該単セルと平面方向に互いに隣接した単セルの正極集電体あるいは負極集電体とが直接接触して並列接続もしくは直列接続となるように接続されている。このため、別途作製した接続導体を用いることなく、複数の単セルが平面方向に並列接続もしくは直列接続された集合電池を容易に得ることが可能となる。これにより、充放電特性（容積エネルギー密度および質量エネルギー密度）に優れた扁平な集合電池を提供することが可能となる。

【0076】なお、上述した各実施例においては、液状の電解液にゲル化剤を含有させて、これをゲル化させる例について説明したが、正極活物質と負極活物質との間にゲル化させたゲル電解液を配置したり、あるいは高分子固体電解質を用いるようにすると、セパレータを用いる必要がなくなるとともに、耐漏液性が向上するので好ましい。

【0077】なお、上述した実施の形態においては、本発明をニッケル-水素蓄電池およびリチウムイオン電池に適用する例について説明したが、本発明はこれに限らず、鉛蓄電池、ニッケル-カドミウム蓄電池などのどのような電池にも適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 単電池を平面方向に直列接続した実施例 1 および実施例 3 のスタックセルを示す断面図である。

【図 2】 単電池を平面方向に直列接続した実施例 2 および実施例 4 のスタックセルを示す断面図である。

【図 3】 単電池を厚み方向に直列接続した比較例 1 および比較例 2 のスタックセルを示す断面図である。

【図 4】 単電池を平面方向に並列接続した構成のスタックセルを示す断面図である。

【図 5】 変形例 1 の導電接続構造を示す断面図であり、図 5 (a) は並列接続を示す図であり、図 5 (b) は直列接続を示す図である。

【図 6】 変形例 2 の導電接続構造を示す断面図であり、図 6 (a) は並列接続を示す図であり、図 6 (b) は直列接続を示す図である。

【図 7】 変形例 3 の導電接続構造を示す断面図であり、図 7 (a) は並列接続を示す図であり、図 7 (b) は直列接続を示す図である。

【図 8】 変形例 4 の導電接続構造を示す断面図であり、図 8 (a) は並列接続を示す図であり、図 8 (b) は直列接続を示す図である。

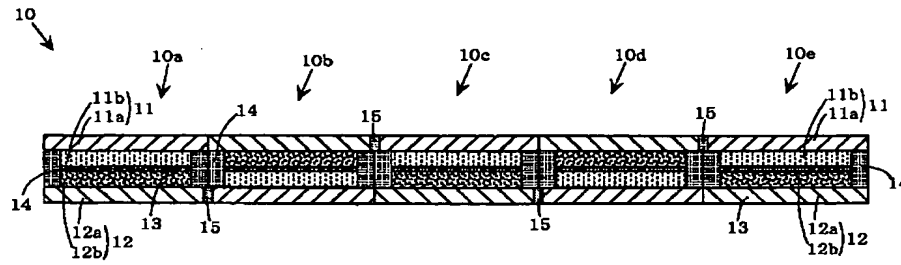
【図 9】 変形例 9 の導電接続構造を示す断面図であり、図 9 (a) は活物質層同士が重ね合わされるように接続された例を示す図であり、図 9 (b) は活物質層の一部が集電体で重ね合わされるように接続された例を示す図であり、図 9 (c) は集電体同士のみが重ね合わされるように接続された例を示す図である。

【図 10】 従来例の集合電池を示す断面図である。

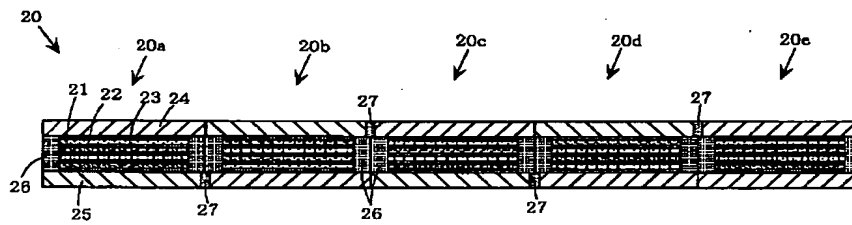
【符号の説明】

10…スタックセル、10a…単セル、11…正極板、11a…正極集電体、11b…正極活物質、12…負極板、12a…負極集電体、12b…負極活物質、13…セパレータ、14…封止材、15…絶縁体、20…スタックセル、20a…単セル、21…正極板、22…負極板、23…セパレータ、24…正極集電体、25…負極集電体、26…封止材、27…絶縁体、30…スタックセル、30a…単セル、31…正極板、31a…正極集電体、31b…正極活物質、32…負極板、32a…負極集電体、32b…負極活物質、33…セパレータ、34…封止材、50…スタックセル、50a…単セル、51…正極板、51a…正極集電体、51b…正極活物質、51c…延出部、52…負極板、52a…負極集電体、52b…負極活物質、52c…延出部、53…セパレータ、54…封止材、55…絶縁膜、60…スタックセル、60a…単セル、61…正極板、61a…正極集電体、61b…正極活物質、61c…延出部、62…負極板、62a…負極集電体、62b…負極活物質、62c…延出部、63…セパレータ、64…封止材、65…絶縁膜、70…スタックセル、70a…単セル、71…正極板、71a…正極集電体、71b…正極活物質、71c…延出部、72…負極板、72a…負極集電体、72b…負極活物質、73…セパレータ、74…封止材、75…絶縁膜、80a…単セル、81…正極板、81a…正極集電体、81b…正極活物質、81c…延出部、81d…延出部、82…負極板、82a…負極集電体、82b…負極活物質、82c…延出部、82d…延出部、83…セパレータ、84…封止材、85…絶縁膜、90a…単セル、91…正極板、91a…正極集電体、91b…正極活物質、91c…延出部、91d…延出部、92…負極板、92a…負極集電体、92b…負極活物質、93…セパレータ、94…封止材

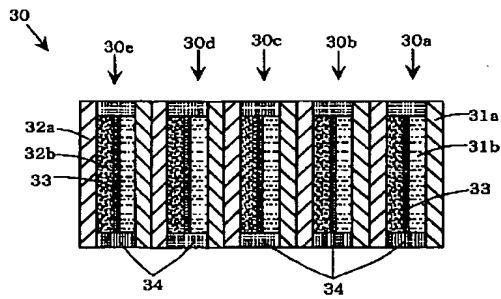
【図 1】



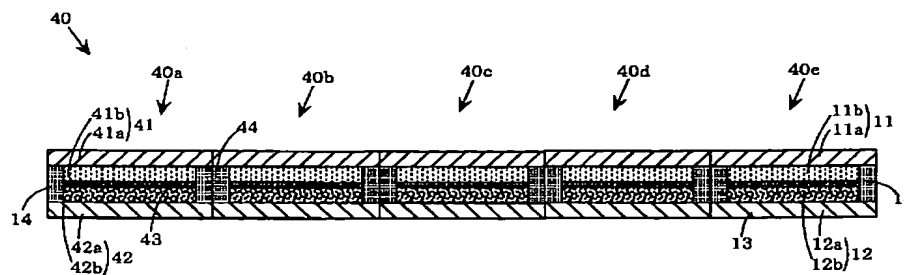
【図 2】



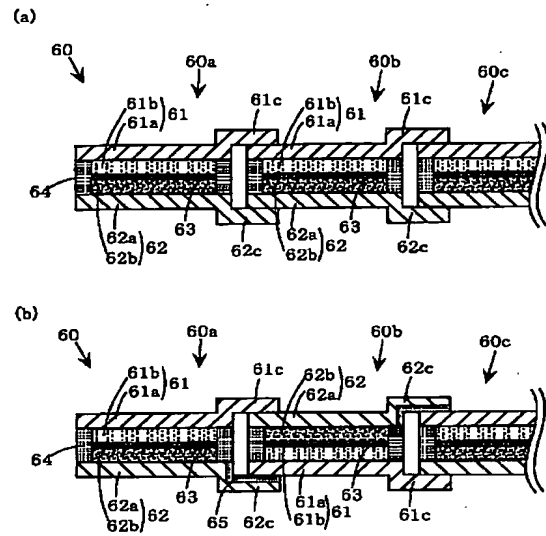
【図 3】



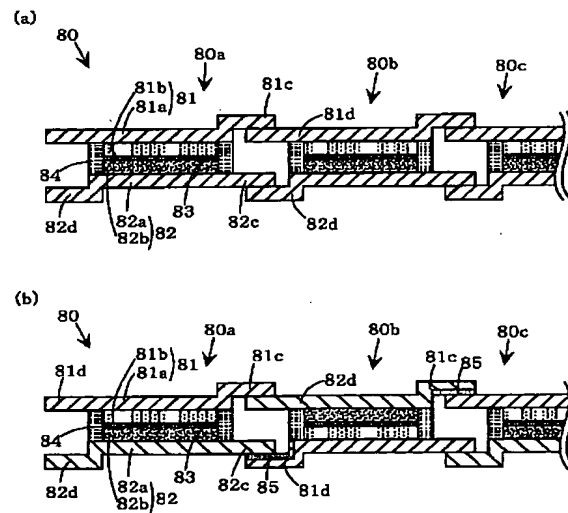
【図 4】



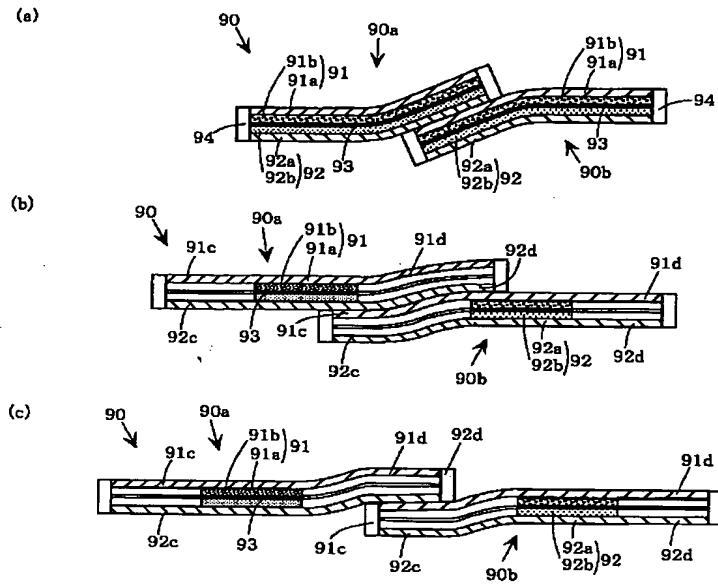
【図 6】



【图 8】



【図 9】



【図 10】

